

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 952 829 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
05.03.2003 Bulletin 2003/10

(51) Int Cl.7: **A61K 31/215**, A61K 31/22,
A61K 9/16, A61K 9/20,
A61K 9/50

(21) Numéro de dépôt: **98900125.0**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/IB98/00065

(22) Date de dépôt: **16.01.1998**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 98/031361 (23.07.1998 Gazette 1998/29)

(54) **COMPOSITION PHARMACEUTIQUE DE FENOFIBRATE PRESENTANT UNE BIODISPONIBILITE
ELEVÉE ET SON PROCEDE DE PREPARATION**

**FENOFIBRATHALTIGE ARZNEIZUSAMMENSETZUNG MIT HOHER BIOVERFÜGBARKEIT UND
HERSTELLUNGSVERFAHREN**

**PHARMACEUTICAL COMPOSITION OF FENOFIBRATE WITH HIGH BIOLOGICAL AVAILABILITY
AND METHOD FOR PREPARING SAME**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**
Etats d'extension désignés:
RO

(73) Titulaire: **LABORATOIRES FOURNIER S.A.**
21100 Dijon (FR)

(30) Priorité: **17.01.1997 FR 9700479**

(72) Inventeurs:
• **STAMM, André**
F-67870 Griesheim (FR)
• **SETH, Pawan**
Irvine, CA 92612 (US)

(43) Date de publication de la demande:
03.11.1999 Bulletin 1999/44

(74) Mandataire: **Pochart, François et al**
Cabinet Hirsch-Desrousseaux-Pochart,
34 rue de Bassano
75008 Paris (FR)

(60) Demande divisionnaire:
02018028.7 / 1 273 293
02018029.5 / 1 273 294
02018031.1 / 1 275 387

(56) Documents cités:
EP-A- 0 256 933 **EP-A- 0 330 532**
EP-A- 0 519 144 **WO-A-82/01649**

EP 0 952 829 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention a pour objet une nouvelle composition pharmaceutique présentant une biodisponibilité élevée de par une dissolution supérieure et son procédé de préparation. La présente invention concerne plus particulièrement une composition pharmaceutique destinée à une administration par voie orale, contenant un principe actif de faible solubilité aqueuse.

[0002] De nombreux principes actifs ont pour inconvénient de présenter une solubilité faible en milieu aqueux, donc de présenter un profil de dissolution insuffisant et par conséquent une faible biodisponibilité dans l'organisme après administration orale. La dose thérapeutique devant être administrée doit donc être augmentée pour obvier cet inconvénient. C'est le cas notamment de nombreux principes actifs hypolipémiants, tels que ceux appartenant à la famille des fibrates.

[0003] Le fénofibrate est un hypolipémiant bien connu de la famille des fibrates qui est commercialisé à divers dosages (100 et 300 mg, par exemple Secalip®), mais sous une forme conduisant à une faible biodisponibilité du principe actif. En effet, du fait de sa faible hydrosolubilité, le fénofibrate est mal absorbé au niveau du tube digestif et présente par conséquent une biodisponibilité incomplète, irrégulière et souvent variable d'un individu à l'autre.

[0004] Pour améliorer le profil de dissolution du fénofibrate et sa biodisponibilité et réduire ainsi la dose devant être administrée, il serait utile d'augmenter sa dissolution de manière à ce qu'elle puisse atteindre un niveau proche de 100%.

[0005] De plus pour le confort du patient, il est avantageux de rechercher une forme galénique ne nécessitant qu'une seule prise par jour qui permette un effet identique à celui obtenu lors de prises multiples.

[0006] Un procédé visant à améliorer la biodisponibilité du fénofibrate est décrit dans le brevet EP-A-0 330 532. Ce brevet décrit l'effet de la co-micronisation du fénofibrate avec un tensio-actif, par exemple du laurylsulfate de sodium pour améliorer la solubilité du fénofibrate et augmenter ainsi sa biodisponibilité. Ce brevet enseigne que la co-micronisation du fénofibrate avec un tensioactif solide permet d'améliorer la biodisponibilité du fénofibrate de façon significativement plus importante que l'amélioration que l'on obtiendrait soit par addition d'un agent tensioactif, soit en micronisant uniquement le fénofibrate, soit encore en mélangeant intimement le fénofibrate et le tensioactif micronisés séparément. La méthode de dissolution utilisée est la technique classique de la palette tournante (Pharmacopée Européenne): la cinétique de dissolution du produit est mesurée dans un volume fixe de milieu de dissolution, agité par un dispositif standardisé; un essai a également été réalisé avec une technique alternative de la Pharmacopée Européenne, à savoir la méthode de la cellule à flux continu.

[0007] Ce procédé selon le brevet EP-A-0 330 532 conduit à une nouvelle forme galénique où le produit actif, co-micronisé avec un tensioactif solide, présente une dissolution du fénofibrate améliorée, donc une biodisponibilité augmentée, ce qui permet, à efficacité égale, une diminution de la dose quotidienne de médicament: respectivement 67 mg et 200 mg au lieu de 100 mg et 300 mg.

[0008] Cependant, le procédé de préparation selon ce brevet n'est pas totalement satisfaisant dans la mesure où il ne conduit pas à une biodisponibilité complète du principe actif et il présente plusieurs inconvénients. La technique de co-micronisation du fénofibrate avec un tensio-actif solide améliore certes la dissolution de ce principe actif, mais cette dissolution reste incomplète.

[0009] Il existe donc un besoin pour améliorer la biodisponibilité du fénofibrate afin d'atteindre, dans des temps très courts, un niveau proche de 100% (ou, en tout cas, supérieur aux limites suivantes : 10% en 5 minutes, 20% en 10 minutes, 50% en 20 minutes et 75% en 30 minutes dans un milieu constitué de 1200 ml d'eau additionnée de 2% de Polysorbate 80 ou de 1000 ml d'eau additionnée de lauryl sulfate de sodium 0,025 molaire, avec une vitesse de rotation de la palette de 75 t/min), et ce même lorsque des milieux de dissolution à faible teneur en tensioactif sont utilisés.

[0010] La demanderesse a mis en évidence de façon surprenante qu'il est possible de résoudre ce problème par un nouveau procédé de préparation d'une composition pharmaceutique par pulvérisation d'une suspension du principe actif sur un support inerte hydrosoluble. La présente invention concerne également les compositions pharmaceutiques ainsi préparées.

[0011] On connaît déjà l'utilisation de polymère tel que la polyvinylpyrrolidone pour la fabrication de comprimés, à des concentrations de l'ordre de 0,5 à 5% en poids, au maximum de 10% en poids. Dans ce cas, la polyvinylpyrrolidone est utilisée comme liant. De même, on connaît l'utilisation de polymère tel que l'hydroxyméthylpropylméthylcellulose comme liant de granulation. Ainsi, EP-A-0 519 144 décrit des pellets d'une substance faiblement soluble, l'oméprazole, qui sont obtenus par pulvérisation sur des pellets inertes, dans un granulateur à lit fluidisé, d'une dispersion ou suspension de principe actif dans une solution contenant ledit polymère. Cependant, là encore, le polymère (HPMC et HPC) n'est utilisé qu'en tant que liant de granulation, en une quantité d'environ 50% en poids du poids du principe actif, ce qui compte tenu de la présence des pellets inertes de grande taille (environ 700µm) et de la quantité totale finale conduit à des teneurs finales en principe actif et en polymère très faibles, de l'ordre de quelque % à peine du poids du pellet final recouvert. Enfin, on remarquera que la dimension des pellets inertes dans ce document est assez élevée, ce qui dans le cas du fénofibrate conduirait à un volume final de la formulation beaucoup trop grand pour une

administration aisée par voie orale.

[0012] On connaît aussi l'utilisation de polymère tel que la polyvinylpyrrolidone pour la fabrication de "dispersions solides", obtenues en général par co-précipitation, cofusion ou mélange en phase liquide suivie d'un séchage. Il s'agit dans ce cas d'une fixation du principe actif en microparticules isolées sur la polyvinylpyrrolidone, ce qui évite les problèmes de mauvais mouillage du solide et de réagglomération des particules. L'article "Stable Solid Dispersion System Against Humidity", par Kuchiki et al, Yakuzaijaku, 44, No.1, 31-37 (1984) décrit une telle technique de préparation de dispersions solides utilisant de la polyvinylpyrrolidone. Les quantités de PVP sont alors ici très importantes, et les rapports principe actif sur PVP sont compris entre 1/1 et 1/20. Dans ce cas cependant, il n'y a pas de support inerte.

[0013] On connaît encore d'après le document WO-A-96 01621 une composition à effet retard, comprenant un noyau inerte (silice dans tous les exemples) revêtu d'une couche comprenant le principe actif en mélange avec un polymère hydrophile, le rapport pondéral principe actif/polymère étant compris entre 10/1 et 1/2 et le rapport pondéral principe actif/noyau inerte étant compris entre 5/1 et 1/2, avec une couche externe pour conférer l'effet retard. Ces compositions peuvent être comprimées. Le polymère hydrophile peut être de la polyvinylpyrrolidone. Ce document décrit aussi un procédé de préparation de cette composition; par exemple dans un granulatur à lit fluidisé, on pulvérise une dispersion de principe actif dans une solution de polymère sur des noyaux inertes. Ce document n'a trait qu'à des compositions à effet retard, le problème technique à résoudre selon ce document étant la compression sans dommage pour la couche externe conférant l'effet retard.

[0014] Cependant, rien dans l'état de la technique n'enseigne ni ne suggère la présente invention.

[0015] Ainsi, la présente invention fournit une composition de fénofibrate à libération immédiate comprenant:

- (a) un support inerte hydrosoluble recouvert d'au moins une couche contenant du fénofibrate sous forme micronisée avec une taille inférieure à 20 µm, un polymère hydrophile et éventuellement un tensio-actif; ledit polymère hydrophile représentant au moins 20% en poids du poids de l'élément a); et
- (b) éventuellement une ou plusieurs phase(s) ou couche(s) externe(s).

[0016] Selon un mode de réalisation, un tensio-actif est présent avec le fénofibrate et le polymère hydrophile.

[0017] Selon un mode de réalisation, la composition selon les revendications 1-24 présente une dissolution d'au moins 10% en 5 minutes, 20% en 10 minutes, 50% en 20 minutes et 75% en 30 minutes, telle que mesurée conformément à la méthode de la palette tournante à 75 t/min selon la Pharmacopée Européenne, dans un milieu de dissolution constitué d'eau avec 2% en poids de polysorbate 80 ou un milieu de dissolution constitué d'eau avec 0,025 M de laurylsulfate de sodium.

[0018] L'invention a encore pour objet un procédé de préparation d'une composition pharmaceutique selon l'invention comprenant les étapes de:

- (a) préparation d'une suspension de fénofibrate sous forme micronisée avec une taille inférieure à 20 µm, dans une solution de polymère hydrophile et éventuellement de tensio-actif;
- (b) application de la suspension de l'étape (a) sur un support inerte hydrosoluble;
- (c) éventuellement enrobage des granules ainsi obtenus par une ou plusieurs phase(s) ou couche(s).

[0019] L'étape (b) est mise en oeuvre de préférence dans un granulatur à lit fluidisé.

[0020] Le procédé peut comporter une étape de compression des produits obtenus à l'étape (b) ou (c), avec ou sans excipients supplémentaires.

[0021] L'invention a encore pour objet une suspension de fénofibrate sous forme micronisée avec une taille inférieure à 20 µm, dans une solution de polymère hydrophile et éventuellement de tensio-actif.

[0022] La présente invention est décrite plus en détail dans la description qui suit, en référence aux dessins annexés, dans lesquels:

- la figure 1 est une représentation graphique d'une étude comparative du profil de dissolution d'une composition selon la présente invention et de celui du Lipanthyl® 200 M;
- la figure 2 est une représentation graphique d'une étude comparative du profil de dissolution d'une composition selon la présente invention et de celui de produits pharmaceutiques disponibles sur le marché allemand;

[0023] On entend, dans le cadre de la présente invention, par l'expression "sous forme micronisée" une substance se trouvant sous une forme particulière, la dimension des particules étant inférieure ou égale à environ 20 µm.

[0024] Avantagusement, cette dimension est inférieure ou égale à 10 µm.

[0025] On entend, dans le cadre de la présente invention par "support inerte hydrosoluble" tout excipient, généralement hydrophile, pharmaceutiquement inerte, cristallin ou amorphe, sous une forme particulière, ne conduisant pas

à une réaction chimique dans les conditions opératoires utilisées, et qui est soluble dans un milieu aqueux, notamment en milieu acide gastrique. Des exemples de tels excipients sont les dérivés de sucres, tels que lactose, saccharose, de l'amidon hydrolysé (malto-dextrine), etc.. Des mélanges sont aussi appropriés. La dimension particulaire unitaire du support inerte hydrosoluble peut être par exemple comprise entre 50 et 500 microns.

[0026] On entend, dans le cadre de la présente invention par "polymère hydrophile" toute substance de poids moléculaire élevé, (par exemple supérieur à 300) ayant une affinité suffisante pour l'eau pour s'y dissoudre ou y former un gel. Des exemples de tels polymères sont : polyvinylpyrrolidone, poly(alcool vinylique), hydroxypropylcellulose, hydroxyméthylcellulose, hydroxypropylméthylcellulose, gélatine, etc.. Des mélanges de polymères sont aussi appropriés.

[0027] Le polymère hydrophile préféré est la polyvinylpyrrolidone (PVP). La PVP utilisée dans le cadre de la présente invention présente par exemple un poids moléculaire compris entre 10 000 et 100 000, de préférence par exemple entre 20 000 et 55 000.

[0028] Le terme "tensio-actif" tel qu'utilisé dans le cadre de la présente invention est utilisé dans son sens classique. Tout tensio-actif peut être utilisé, qu'il soit amphotère, non-ionique, cationique ou anionique. Des exemples de tels tensio-actifs sont : sodium lauryl sulfate, monooléate, monolaurate, monopalmitate, monostéarate ou un autre ester de sorbitanne polyoxyéthyléné, dioctylsulfosuccinate de sodium (DOSS), lécithine, alcool stéarylique, alcool cétostéarylique, cholestérol, huile de ricin polyoxyéthylénée, glycérides d'acides gras polyoxyéthylénés, poloxamer®, etc.. Des mélanges de tensio-actifs sont aussi appropriés.

[0029] Le tensio-actif préféré est le laurylsulfate de sodium, qui peut être co-micronisé avec le fénofibrate.

[0030] Les compositions selon l'invention peuvent en outre contenir tout excipient classiquement utilisé dans le domaine pharmaceutique et chimiquement compatible avec le principe actif, tels que les agents liants, les charges, les pigments, les agents de désintégration, les lubrifiants, les agents mouillants, les tampons, etc. On peut citer à titre d'exemple de tels excipients utilisables dans la présente invention: cellulose microcristalline, lactose, amidon, silice colloïdale, talc, esters de glycéril, stéaryl fumarate de sodium, dioxyde de titane, stéarate de magnésium, acide stéarique, polyvinyl pyrrolidone réticulée (AC DI SOL®), carboxyméthylamidon (Explotab®, Primojel®), hydroxypropylcellulose, hydroxyméthylcellulose, hydroxypropylméthylcellulose, gélatine, etc..

[0031] On entend par "phase ou couche externe" dans le cadre de la présente invention tout revêtement sur l'élément (a) avec le principe actif (formant un "noyau"). En effet, il peut être intéressant de disposer une ou plusieurs phase(s) ou couche(s) au-dessus du noyau revêtu. L'invention couvre ainsi un noyau unique avec une couche, mais aussi plusieurs noyaux dans une phase comme dans le cas de comprimés formés à partir de "noyaux" mélangés avec une phase. Par "phase ou couche externe" dans le cadre de la présente invention, on n'entend pas les revêtements conférant un effet retard à la composition.

[0032] Cette couche externe comprend des excipients classiques.

On peut aussi disposer une couche comprenant des adjuvants pour la fabrication de comprimés. Selon ce mode de réalisation, la couche externe comprend un agent de désintégration et par exemple un lubrifiant; les granulés ainsi recouverts et mélangés peuvent alors être facilement comprimés et se désintègrent facilement dans l'eau.

[0033] Les compositions selon la présente invention comprennent en général, par rapport au poids total de la composition hors phase ou couche externe, un support inerte hydrosoluble représentant de 10 à 80% en poids, de préférence 20 à 50% en poids, le fénofibrate représentant de 5 à 50% en poids, de préférence 20 à 45% en poids, le polymère hydrophile représentant de 20 à 60% en poids, de préférence 25 à 45% en poids, le tensio-actif représentant de 0 à 10% en poids, de préférence 0,1 à 3% en poids.

[0034] La couche ou phase externe, s'il y en a une, peut représenter jusqu'à 80% en poids du poids total, de préférence jusqu'à 50% en poids.

[0035] Le polymère hydrophile est présent de préférence en plus de 25% en poids, par rapport au poids de l'élément a).

[0036] Le rapport pondéral fénofibrate/polymère hydrophile peut être compris, par exemple entre 1/10 et 4/1, de préférence par exemple entre 1/2 et 2/1.

[0037] Quand un tensio-actif est utilisé, le rapport pondéral tensio-actif/polymère hydrophile peut être compris, par exemple entre 1/500 et 1/10, de préférence par exemple entre 1/100 et 5/100.

[0038] Selon un mode de réalisation, la composition selon la présente invention se présente sous la forme de comprimés.

[0039] Ce comprimé résulte avantageusement de la compression d'éléments (a) (sous forme de granulés) avec une phase externe.

[0040] Selon un autre mode de réalisation, la composition selon la présente invention se présente sous la forme de granulés enfermés dans une gélule, par exemple de gélatine, ou dans un sachet.

[0041] Les compositions selon la présente invention sont particulièrement appropriées pour l'administration par voie orale des principes actifs.

[0042] La composition selon la présente invention est préparée par un nouveau procédé comprenant la pulvérisation

sur les noyaux inertes d'une suspension de principe actif sous forme micronisée dans une solution d'un polymère hydrophile et éventuellement de tensio-actif.

[0043] Lorsqu'un tensio-actif est présent, le principe actif peut être co-micronisé avec le tensio-actif. On utilise avec avantage la technique selon le document EP-A-0 330 532.

[0044] Le procédé selon l'invention consiste à utiliser le principe de la technique de granulation en lit fluidisé, mais avec des produits de départ spécifiques, afin d'aboutir à un profil de dissolution amélioré et ainsi à une biodisponibilité élevée. En particulier, l'invention fait emploi d'une suspension du principe actif micronisé dans une solution d'un polymère hydrophile et éventuellement d'un tensio-actif.

[0045] La technique de granulation en lit fluidisé est largement utilisée dans l'industrie pharmaceutique pour préparer des gélules ou des comprimés. De façon classique selon l'art antérieur, une poudre ou un mélange de poudres (principe actif + excipients) est mis en suspension en lit fluidisé dans le granulateur, et une solution contenant un liant et éventuellement un tensio-actif est pulvérisée sur ce lit pour former des granules. La technique de granulation en lit fluidisé est bien connue de l'homme de l'art qui se rapportera aux ouvrages de référence, par exemple à l'ouvrage "Die Tablette", de Ritschel, Ed. Cantor Aulendorf, pages 211-212.

[0046] L'invention, comme il a été indiqué, comprend la pulvérisation sur un support inerte, d'une suspension de principe actif micronisé avec un polymère hydrophile. A l'issue de la granulation, le granulé qui est formé est constitué de cristaux par ex. de lactose, isolés (ou éventuellement agglomérés entre eux par la solution de pulvérisation), et des particules de principe actif et de PVP collés à la surface des cristaux. Le granulé pourrait de même être constitué de cristaux revêtus agglomérés entre eux, voire même d'un tel agglomérat à nouveau revêtu.

[0047] Les compositions selon l'invention peuvent aussi être préparées par d'autres procédés, par exemple par pulvérisation de la solution de principe actif micronisé sur le support inerte hydrosoluble.

[0048] Les granules ainsi obtenus peuvent, si cela est souhaité, être enrobé d'une couche externe ou compacté en des comprimés ou former des agglomérats.

[0049] La ou les couche(s) externe(s) est(sont) appliquée(s) par des techniques de revêtement classiques, telles que par revêtement dans une cuve ou en lit fluidisé.

[0050] Lorsque le granulé obtenu (ultérieurement revêtu ou non) est compacté pour former des comprimés, cette étape peut être mise en oeuvre par toute technique classique appropriée, par exemple sur machine à comprimer alternative ou rotative.

[0051] Le produit de départ important est la suspension de principe actif. Cette suspension est préparée par mise en suspension du principe actif micronisé dans une solution, comprenant le polymère hydrophile et éventuellement un agent tensioactif en solution dans un solvant. Si un tensio-actif est utilisé, il est mis en solution dans le solvant (bêcher + agitateur magnétique ou agitateur à pales). Ensuite le polymère hydrophile (PVP) est dispersé sous agitation dans la solution précédemment obtenue. Selon la solubilité du polymère, celui-ci se dissout dans la solution ou forme un gel ou une suspension plus ou moins épais (se). Sous agitation toujours, le principe actif micronisé est dispersé en pluie dans la solution ou suspension précédente pour former une suspension homogène. On peut intervertir l'ordre de ces étapes. Le solvant utilisé peut être aqueux ou organique (par exemple éthanol). On utilise par exemple de l'eau déminéralisée.

La concentration en principe actif dans la suspension est de 1 à 40% en poids, de préférence 10 à 25%.

La concentration en polymère hydrophile dans la suspension est de 5 à 40% en poids, de préférence 10 à 25%.

La concentration en tensio-actif dans la suspension est de 0 à 10% en poids, de préférence inférieure à 5%.

[0052] L'invention a aussi pour objet cette nouvelle suspension.

[0053] Sans vouloir être liée par une théorie, la demanderesse pense que ce nouveau procédé, par l'utilisation d'une suspension du principe actif micronisé dans une solution de polymère hydrophile, permet l'obtention d'une composition nouvelle dans laquelle le principe actif est sous forme non-réagglomérée.

[0054] Les exemples suivants illustrent l'invention sans la limiter.

Exemple 1 Préparation d'une composition pharmaceutique de fénofibrate selon l'invention.

[0055] On prépare une composition contenant en tant qu'élément a) du fénofibrate micronisé, de la Plasdone®, du Capsulac® et du lauryl sulfate de sodium.

[0056] Le fénofibrate micronisé présente une dimension particulière d'environ 5µm, telle que mesurée à l'aide d'un compteur Coulter.

[0057] Le Plasdone K25® correspond à une polyvinylpyrrolidone PVP ISP et le Capsulac 60® (MEGGLE) correspond à un lactose monohydrate à gros cristaux (taille de particules entre 100 et 400 µm).

[0058] Le laurylsulfate de sodium (7g) est dissous dans l'eau (eau déminéralisée, 1750g) et le fénofibrate micronisé (350g) est mis en suspension dans le mélange obtenu (par exemple à l'aide d'un agitateur à hélice à 300 t/min, pendant 10 minutes, puis à l'aide d'un agitateur Ultra Turrax à 10 000 t/min, pendant 10 minutes). On ajoute ensuite sous agitation la PVP (350g), l'agitation (agitateur à hélice) étant poursuivie jusqu'à dissolution de cette dernière (30 minu-

tes). L'ensemble est passé sur un tamis (taille 350 µm) pour éliminer d'éventuels agglomérats.

[0059] Séparément, le lactose (400g) est mis en suspension dans un granulateur en lit d'air fluidisé (type Glatt® GPCG1 - Top Spray ou équivalent) et on le porte à une température de 40°C.

[0060] La suspension de fénofibrate est pulvérisée sur le lactose. Cette étape est réalisée dans les conditions suivantes: pression de pulvérisation: 2,1 bar; débit d'air 70 m³/h, température d'arrivée d'air: 45°C; température de sortie d'air: 33°C; température produit: 34°C; durée de pulvérisation: 3 h.

[0061] Le granulé ainsi obtenu peut être mis en gélules ou transformé en comprimés. Toute technique classique appropriée de préparation de telles formulations galéniques peut être utilisée.

[0062] Pour la transformation en comprimés, on ajoute à 191g de granules obtenus (par exemple à l'aide d'un mélangeur type mélangeur-malaxeur, mélangeur planétaire, ou mélangeur par retournement) la phase externe présentant la composition suivante:

- 56g de Polyplasdone XL® (polyvinylpyrrolidone réticulée, ISP, telle que décrite dans la pharmacopée US "USP - NF" sous le nom de crospovidone, MW moyen > 1000000);
- 88g d'Avicel® PH200 (Cellulose microcristalline);
- 3,5g de stéaryl fumarate de sodium (Mendell, U.S.A.); et
- 2g d'Aerosil® 200 (silice colloïdale).

[0063] La polyvinylpyrrolidone réticulée, la cellulose microcristalline, le stéaryl fumarate de sodium et la silice colloïdale sont des agents respectivement de désintégration, liant, lubrifiant et d'écoulement.

[0064] L'obtention du comprimé peut s'effectuer sur une machine à comprimer alternative (par exemple Korsch EKO) ou rotative (par ex. Fette Perfecta 2).

[0065] On obtient ainsi des comprimés présentant la composition suivante, exprimée en mg:

- élément (a) :	
Fénofibrate micronisé	100,0
PVP	100,0
Lactose	114,3
Laurylsulfate de sodium	2,0
- phase (ou couche) externe :	
PVP réticulée	92,7
Cellulose microcristalline	145,7
Stéaryl fumarate de sodium	5,8
Silice colloïdale	3,3

Exemple 2: Dissolution d'une composition selon l'invention et d'une composition selon l'art antérieur.

[0066]

a) milieu de dissolution et protocole pour la mesure de la dissolution.

On recherche un milieu de dissolution qui soit discriminant, c'est-à-dire que deux produits ayant des profils de dissolution très différents dans le suc gastrique présenteront des courbes de dissolution très différentes.

On utilise à cette fin un milieu aqueux contenant un tensio-actif, à savoir le Polysorbate 80 (mono oléate de sorbitanne polyoxyéthyléné). Ce tensio-actif est facilement disponible auprès de plusieurs fournisseurs, fait l'objet d'une monographie dans les pharmacopées, et est aisé à mettre en oeuvre (produit liquide soluble dans l'eau). D'autres tensioactifs comme le lauryl sulfate de sodium peuvent également être utilisés.

On utilise la méthode de la palette tournante (Pharmacopée Européenne) dans les conditions suivantes: volume du milieu: 1200 ml; température du milieu: 37°C; vitesse de rotation de la palette: 75 t/min; prélèvements: toutes les 2,5 minutes. La détermination de la quantité dissoute est effectuée par spectrophotométrie. Les essais sont répétés à 6 reprises.

b) résultats.

[0067] La composition selon l'invention consiste en deux comprimés dosés à 100 mg de fénofibrate environ, préparés selon l'exemple 1.

[0068] La composition selon l'art antérieur est du Lipanthyl® 200 M de Laboratoires Fournier, dosé à 200 mg de

fénofibrate (correspondant à des gélules de 200 mg de fénofibrate co-micronisé avec du laurylsulfate de sodium, et renfermant du lactose, de l'amidon prégélatinisé de la polyvinylpyrrolidone réticulée et du stéarate de magnésium, conformément à l'enseignement du brevet EP-A-0 330 532).

[0069] Les résultats obtenus sont représentés graphiquement à la figure 1, sur laquelle sont indiqués le pourcentage de dissolution et entre parenthèses l'écart type observé.

[0070] Ces résultats montrent clairement que les compositions selon la présente invention présentent un profil de dissolution nettement supérieur à celui des compositions selon l'art antérieur.

[0071] Ces résultats montrent aussi clairement qu'avec les compositions selon l'invention, l'écart type observé est nettement plus faible qu'avec les compositions selon l'art antérieur.

Exemple 3: Etude de la biodisponibilité des compositions selon la présente invention et de compositions selon l'art antérieur.

[0072] Un essai de biodisponibilité sur volontaires sains a été mené.

[0073] Les compositions testées sont les suivantes :

- composition selon l'invention: des gélules contenant les granulés préparés selon l'exemple 1, et dosées à 200 mg de fénofibrate.
- première composition selon l'art antérieur: Lipanthyl® 200 M de Laboratoires Fournier, dosé à 200 mg de fénofibrate, identique à celle de l'exemple précédent.
- seconde composition selon l'art antérieur: Secalip® en gélules (300 mg de fénofibrate sous forme de 3 gélules à 100mg).

[0074] L'étude a été réalisée sur 6 volontaires sains recevant une dose unique de fénofibrate, avec une période de repos de 6 jours minimum entre les administrations. Les échantillons pour analyse pharmacocinétique sont recueillis après chaque administration au temps : 0,5; 1 h; 2 h; 3 h; 4 h; 5 h; 6 h; 8 h; 10 h; 12 h; 24 h; 36 h; 48 h; 72 h et 96 heures après la prise du médicament. La teneur en acide fénofibrique dans le plasma est mesurée sur chaque échantillon.

[0075] Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1

Produit	Dose (mg)	Cmax (µg/ml)	tmax (h)	t1/2 (h)	AUC 0-t (µg.h/ml)	AUC 0-∞ (µg.h/ml)
Invention	200	5,4	6	23	148	162
Secalip® 100	3 x 100	1,1	25	39	53	56
Lipanthyl® 200M	200	1,6	8,3	41	71	92

Cmax: Concentration plasmatique maximale
 tmax: temps nécessaire pour atteindre le Cmax
 t1/2: Demi vie plasmatique
 AUC 0- t: Aire Sous la Courbe de 0 à t
 AUC 0 - ∞: Aire Sous la Courbe de 0 à l'∞

[0076] Ces résultats montrent clairement que les compositions selon la présente invention, présentant un profil de dissolution amélioré par rapport aux compositions de l'art antérieur, conduisent à une biodisponibilité du principe actif qui est nettement supérieure à celle obtenue dans le cas des compositions selon l'art antérieur.

Exemple 4 Comparaison du profil de dissolution des compositions selon l'invention avec celui de produits actuellement sur le marché en Allemagne

[0077] Sur le marché allemand on trouve des formulations de fénofibrate à action immédiate ou à action prolongée. Comme en France, les formes à 100 & 300 mg (classiques) coexistent avec des formes à 67 et 200 mg (à biodisponibilité améliorée, selon l'enseignement du brevet EP-A-0 330 532). Ces produits sont les suivants:

- Fénofibrate - Ratiopharm; Ratiopharm - Ulm; Gélules;
Composition: Fénofibrate 100 mg;
Excipients: Lactose, amidon de maïs, stéarate de magnésium, colorant E 171, gélatine.

- Durafenat; Durachemie - Wolfrathausen; Gélules;
Composition: Fénofibrate 100 mg;
Excipient: Lactose, amidon de maïs, stéarate de magnésium, colorant E 171, gélatine.
- Normalip pro; Knoll - Ludwigshaffen; Gélules;
Composition: Fénofibrate 200 mg;
Excipients: Crospovidone, gélatine, lactose monohydrate, stéarate de magnésium, amidon de maïs, laurylsulfate de sodium, colorants E 132 et E 171.

[0078] On effectue une comparaison entre:

- le comprimé selon l'invention tel que préparé selon l'exemple 1 (2 x 100 mg);
- le Normalip pro® (200 mg);
- le Lipanthyl® 200 M (200 mg) (selon l'exemple précédent);
- le Fénofibrate Ratiopharm® (2 x 100 mg);
- le Durafenat® (2 x 100 mg).

[0079] Les tests sont mis en oeuvre dans les mêmes conditions que dans les exemples précédents. Les résultats sont reportés figure 2.

[0080] Ces résultats montrent clairement que les compositions selon l'invention présentent une dissolution nettement améliorée par rapport aux compositions selon l'art antérieur.

[0081] Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits mais est susceptible de nombreuses variantes aisément accessibles à l'homme de l'art.

Revendications

1. Composition de fénofibrate à libération immédiate comprenant:

- a) un support inerte hydrosoluble recouvert d'au moins une couche contenant le fénofibrate sous forme micronisée avec une taille inférieure à 20 µm, un polymère hydrophile et éventuellement un tensio-actif; ledit polymère hydrophile représentant au moins 20% en poids du poids de l'élément a); et
- b) éventuellement une ou plusieurs phase(s) ou couches) externe(s).

2. Composition selon la revendication 1, dans laquelle le fénofibrate a une dimension particulière inférieure ou égale à 10 µm.

3. Composition selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle le polymère hydrophile est choisi parmi: polyvinylpyrrolidone, polyalcool vinylique, hydroxypropylcellulose, hydroxy-méthylcellulose, hydroxypropylméthylcellulose, gélatine et leurs mélanges.

4. Composition selon la revendication 3, dans laquelle le polymère hydrophile est de la polyvinylpyrrolidone.

5. Composition selon les revendications 1 à 4, dans laquelle un tensio-actif est présent avec le fénofibrate et le polymère hydrophile.

6. Composition selon la revendication 5, dans laquelle le tensio-actif est choisi parmi sodium lauryl sulfate, monooléate, monolaurate, monopalmitate, monostéarate ou un autre ester de sorbitanne polyoxyéthyléné, dioctylsulfosuccinate de sodium (DOSS), lécithine, alcool stéarylique, alcool cétostéarylique, cholestérol, huile de ricin polyoxyéthylénée, glycérides d'acides gras polyoxyéthylénés, poloxamer, et leurs mélanges.

7. Composition selon l'une des revendications 5 ou 6, dans laquelle le fénofibrate et le tensio-actif sont co-micronisés.

8. Composition selon la revendication 7 dans laquelle le tensio-actif est du laurylsulfate de sodium.

9. Composition selon l'une des revendications 1 à 8, dans laquelle le support inerte hydrosoluble est un dérivé de sucre ou de l'amidon hydrolysé ou leurs mélanges.

10. Composition selon l'une des revendications 1 à 9, dans laquelle le support inerte hydrosoluble est du lactose.

11. Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans laquelle la dimension particulaire unitaire du support inerte hydrosoluble est comprise entre 50 et 500 microns.
- 5 12. Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans laquelle le rapport pondéral fénofibrate/polymère hydrophile est compris entre 1/10 et 4/1.
13. Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans laquelle le rapport pondéral fénofibrate/polymère hydrophile est compris entre 1/2 et 2/1.
- 10 14. Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, dans laquelle le rapport pondéral tensio-actif/polymère hydrophile est compris entre 1/500 et 1/10.
- 15 15. Composition selon la revendication 14, dans laquelle le rapport pondéral tensio-actif/polymère hydrophile est compris entre 1/100 et 5/100.
- 16 16. Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans laquelle le polymère hydrophile est présent en plus de 25% en poids.
- 20 17. Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans laquelle le polymère hydrophile représente de 20 à 60% en poids.
18. Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans laquelle le polymère hydrophile représente de 25 à 45% en poids.
- 25 19. Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 18, dans laquelle le support inerte hydrosoluble représente de 10 à 80% en poids.
20. Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, dans laquelle le support inerte hydrosoluble représente de 20 à 50% en poids.
- 30 21. Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 20, dans laquelle le fénofibrate représente de 5 à 50% en poids.
- 35 22. Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 21, dans laquelle le fénofibrate représente de 20 à 45% en poids.
23. Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 22, dans laquelle le tensio-actif représente de 0 à 10% en poids.
- 40 24. Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 23, dans laquelle le tensio-actif représente de 0,1 à 3% en poids.
- 45 25. Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 24, présentent une dissolution d'au moins 10% en 5 minutes, 20% en 10 minutes, 50% en 20 minutes et 75% en 30 minutes, telle que mesurée conformément à la méthode de la palette tournante à 75 t/min selon la Pharmacopée Européenne, dans un milieu de dissolution constitué d'eau avec 2% en poids de polysorbate 80 ou 0,025M de lauryl sulfate de sodium.
26. Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 25, sous forme de comprimé.
- 50 27. Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 25, sous forme de granulés dans une gélule.
28. Procédé de préparation d'une composition pharmaceutique selon l'une quelconque des revendications précédentes comprenant les étapes de:
55 (a) préparation d'une suspension de fénofibrate sous forme micronisée avec une taille inférieure à 20 µm, dans une solution de polymère hydrophile et éventuellement de tensio-actif;
(b) application de la suspension de l'étape (a) sur un support inerte hydrosoluble;
(c) éventuellement enrobage des granulés ainsi obtenus par une ou plusieurs phase(s) ou couche(s).

29. Procédé selon la revendication 28, dans lequel l'étape (b) est mise en oeuvre dans un granulateur à lit fluidisé.
30. Procédé selon la revendication 28 ou 29, comprenant l'étape de compression des produits obtenus à l'étape (b) ou (c).

Claims

1. An immediate-release fenofibrate composition comprising:

(a) an inert hydrosoluble carrier covered with at least one layer containing fenofibrate in a micronized form having a size less than 20 μm , a hydrophilic polymer and, optionally, a surfactant; said hydrophilic polymer making up at least 20% by weight of (a); and
(b) optionally one or several outer phase(s) or layer(s).

2. The composition according to claim 1, in which the fenofibrate has a particle dimension less than or equal to 10 μm .

3. The composition according to claim 1 or 2, in which the hydrophilic polymer is selected from polyvinylpyrrolidone, poly(vinyl alcohol), hydroxypropylcellulose, hydroxymethylcellulose, hydroxypropylmethylcellulose, gelatin, and mixtures thereof.

4. The composition according to claim 3, in which the hydrophilic polymer is polyvinylpyrrolidone.

5. The composition according to claims 1 to 4, in which a surfactant is present with the active ingredient and the hydrophilic polymer.

6. The composition according to claim 5, in which the surfactant is selected from sodium lauryl sulfate, monooleate, monolaurate, monopalmitate, monostearate or another ester of polyoxyethylene sorbitane, sodium dioctylsulfosuccinate (DOSS), lecithin, stearyl alcohol, cetostearyl alcohol, cholesterol, polyoxyethylenated ricin oil, polyoxyethylenated fatty acid glycerides, poloxamer and mixtures thereof.

7. The composition according to one of claims 5 or 6, in which fenofibrate and the surfactant are co-micronized.

8. The composition according to claim 7, in which said surfactant is sodium laurylsulfate.

9. The composition according to one of claims 1 to 8, in which the inert hydrosoluble carrier is a sugar or hydrolysed starch derivative or mixtures thereof.

10. The composition according to one of claims 1 to 9, in which the inert hydrosoluble carrier is lactose.

11. The composition according to any one of claims 1 to 10, in which the individual particle size of said inert hydrosoluble carrier is comprised between 50 and 500 microns.

12. The composition according to any one of claims 1 to 11, in which the weight ratio fenofibrate/hydrophilic polymer is comprised between 1/10 and 4/1.

13. The composition according to any one of claims 1 to 12, in which the weight ratio fenofibrate/hydrophilic polymer is comprised between 1/2 and 2/1.

14. The composition according to any one of claims 1 to 13, in which the weight ratio surfactant/water-soluble polymer is comprised between 1/500 and 1/10.

15. The composition according to claim 14, in which the weight ratio surfactant/water-soluble polymer is comprised between 1/100 and 5/100.

16. The composition according to any one of claims 1 to 15, in which the hydrophilic polymer is present in an amount of more than 25% by weight.

17. The composition according to any one of claims 1 to 15, in which the hydrophilic polymer is present in an amount of from 20 to 60% by weight.
18. The composition according to any one of claims 1 to 15, in which the hydrophilic polymer is present in an amount of from 25 to 45% by weight.
19. The composition according to any one of claims 1 to 18, in which said inert hydrosoluble carrier makes up from 10 to 80% by weight.
20. The composition according to any one of claims 1 to 19, in which said inert hydrosoluble carrier makes up from 20 to 50% by weight.
21. The composition according to any one of claims 1 to 20, in which the fenofibrate makes up from 5 to 50% by weight.
22. The composition according to any one of claims 1 to 21, in which the fenofibrate makes up from 20 to 45% by weight.
23. The composition according to any one of claims 1 to 22, in which the surfactant makes up from 0 to 10% by weight.
24. The composition according to one of claims 1 to 23, in which the surfactant makes up from 0.1 to 3% by weight.
25. A composition according to any one of claims 1 to 24 having a dissolution of at least 10% in 5 minutes, 20% in 10 minutes, 50% in 20 minutes and 75% in 30 minutes, as measured using the rotating blade method at 75 rpm according to the European Pharmacopoeia, in a dissolution medium constituted by water with 2% by weight polysorbate 80 or with 0.025M sodium lauryl sulfate.
26. The composition according to any one of claims 1 to 25, under the form of a tablet.
27. The composition according to any one of claims 1 to 25, under the form of granules in a capsule.
28. A method for preparing a composition according to any one of the preceding claims, comprising the steps of:
 - (a) preparing a fenofibrate suspension in micronized form with a particle size below 20 µm, in a solution of hydrophilic polymer and, optionally a surfactant;
 - (b) applying the suspension from step (a) to an inert hydrosoluble carrier;
 - (c) optionally, coating the granules thus obtained with one or several phase(s) or layer(s).
29. The method according to claim 28, in which step (b) is carried out in a fluidized-bed granulator.
30. The method according to claim 28 or claim 29, comprising a step in which products obtained from step (b) or (c) are compressed.

Patentansprüche

1. Fenofibrathaltige Zusammensetzung mit sofortiger Freisetzung, die umfasst:
 - a) einen inerten hydrolöslichen Träger, der mit . zumindest einer Schicht bedeckt ist, die das Fenofibrat in feinst zerkleinerter Form mit einer Größe kleiner als 20 µm, ein hydrophiles Polymer und gegebenenfalls ein oberflächenaktives Mittel enthält, wobei das hydrophile Polymer mindestens 20 Gew.-% des Gewichts des Grundstoffs a) ausmacht; und
 - b) gegebenenfalls eine oder mehrere Phase(n) oder äußere Schicht(en).
2. Zusammensetzung gemäß Anspruch 1, in der das Fenofibrat eine Teilchengröße kleiner oder gleich 10 µm besitzt.
3. Zusammensetzung gemäß Anspruch 1 oder 2, in der das hydrophile Polymer ausgewählt wird aus: Polyvinylpyrrolidon, Poly(vinylalkohol), Hydroxypropylcellulose, Hydroxymethylcellulose, Hydroxypropylmethylcellulose, Gelatine und deren Mischungen.

4. Zusammensetzung gemäß Anspruch 3, in der das hydrophile Polymer Polyvinylpyrrolidon ist.
5. Zusammensetzung gemäß den Ansprüchen 1 bis 4, in der das oberflächenaktive Mittel mit dem Fenofibrat und dem hydrophilen Polymer vorhanden ist.
6. Zusammensetzung gemäß Anspruch 5, in der das oberflächenaktive Mittel aus Natriumlaurylsulfat, Monooleat, Monolaureat, Monopalmitat, Monostearat oder einem anderen Ester von Polyoxyethylensorbitan, Natriumdioctylsulfosuccinat (DOSS), Lecithin, Stearylalkohol, Cetostearylalkohol, Cholesterin, polyoxyethyleniertes Rizinusöl, Glyceride von Polyoxyethylenfettsäuren, Poloxamer und deren Mischungen ausgewählt wird.
7. Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 5 oder 6, in der das Fenofibrat und das oberflächenaktive Mittel zusammen feinst zerkleinert sind.
8. Zusammensetzung gemäß Anspruch 7, in der das oberflächenaktive Mittel Natriumlaurylsulfat ist.
9. Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, in der der inerte hydrolösliche Träger ein Zuckerderivat oder eine hydrolisierte Stärke oder deren Mischungen ist.
10. Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, in der der inerte hydrolösliche Träger Laktose ist.
11. Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, in der die individuelle Teilchengröße des inerten hydrolöslichen Trägers zwischen 50 und 500 Mikron liegt.
12. Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, in der das Gewichtsverhältnis Fenofibrat/hydrophiles Polymer zwischen 1/10 und 4/1 liegt.
13. Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, in der das Gewichtsverhältnis Fenofibrat/hydrophiles Polymer zwischen 1/2 und 2/1 liegt.
14. Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, in der das Gewichtsverhältnis oberflächenaktives Mittel/hydrophiles Polymer zwischen 1/500 und 1/10 liegt.
15. Zusammensetzung gemäß Anspruch 14, in dem das Gewichtsverhältnis oberflächenaktives Mittel/hydrophiles Polymer zwischen 1/100 und 5/100 liegt.
16. Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15, in der das hydrophile Polymer mit mehr als 25 Gew.-% vorhanden ist.
17. Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15, in der das hydrophile Polymer 20 bis 60 Gew.-% ausmacht.
18. Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15, in der das hydrophile Polymer 25 bis 45 Gew.-% ausmacht.
19. Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 18, in der der inerte hydrolösliche Träger 10 bis 80 Gew.-% ausmacht.
20. Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 19, in der der inerte hydrolösliche Träger 20 bis 50 Gew.-% ausmacht.
21. Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 20, in der das Fenofibrat 5 bis 50 Gew.-% ausmacht.
22. Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 21, in der das Fenofibrat 20 bis 45 Gew.-% ausmacht.
23. Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 22, in der das oberflächenaktive Mittel 0 bis 10 Gew.-% ausmacht.
24. Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 23, in der das oberflächenaktive Mittel 0,1 bis 3 Gew.-%

ausmacht.

25. Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 24, die eine Auflösung ergibt von zumindest 10 % in 5 Minuten, 20% in 10 Minuten, 50% in 20 Minuten und 75% in 30 Minuten, die unter Verwendung des Drehschaufel-Verfahrens mit 75 Umdrehungen/min gemäß Europäischer Pharmakopöe gemessen wird, in einem Auflösungs-
medium, das aus Wasser mit 2 Gew.-% Polysorbat 80 oder 0,025 M Natriumlaurylsulfat besteht.

26. Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 25, die als ein Komprimat ausgebildet.

27. Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 25, die als Granulatein einer Kapsel ausgebildet ist.

28. Verfahren zur Herstellung einer pharmazeutischen Zusammensetzung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, das die Schritte aufweist:

- (a) Herstellung einer Suspension des Fenofibrats, das feinst zerkleinert ist mit einer Größe kleiner als 20 µm, in einer Lösung des hydrophilen Polymers und gegebenenfalls des oberflächenaktiven Mittels;
- (b) Auftragen der Suspension aus Schritt (a) auf einen inerten hydrolöslichen Träger;
- (c) gegebenenfalls Umhüllen der so erhaltenen Körnchen mit einer oder mehreren Phase(n) oder Schicht(en).

29. Verfahren gemäß Anspruch 28, bei dem der Schritt (b) in einem Fließbettgranulator durchgeführt wird.

30. Verfahren gemäß Anspruch 28 oder 29, das den Schritt umfasst, die in Schritt (b) oder (c) erhaltenen Produkte zu komprimieren.

FIG 1

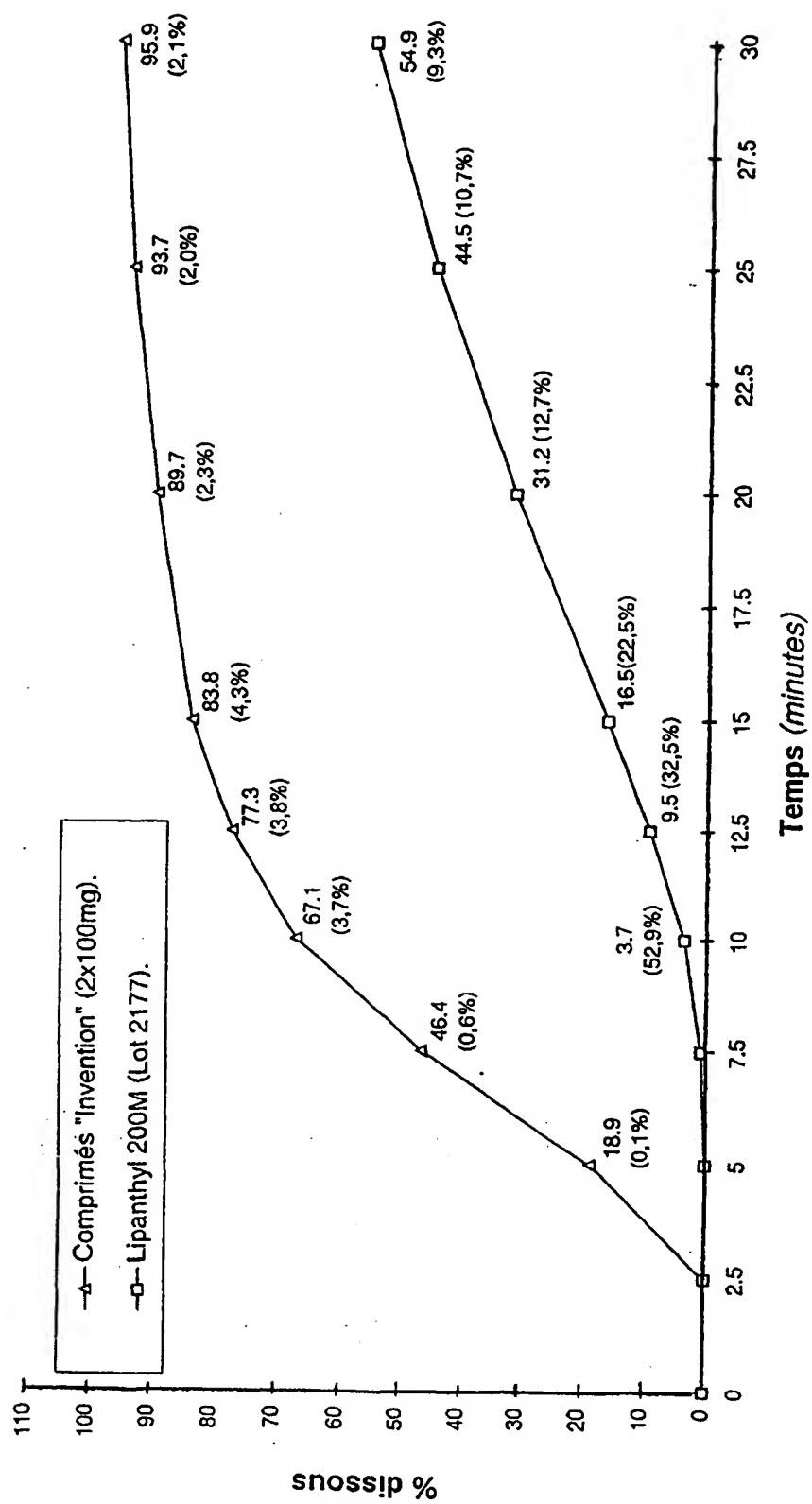


FIG 2

